

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-173989

(43)Date of publication of application : 23.06.2000

(51)Int.CI.

H01L 21/3065

H05H 1/46

(21)Application number : 10-342060

(71)Applicant : SUMITOMO METAL IND LTD

(22)Date of filing : 01.12.1998

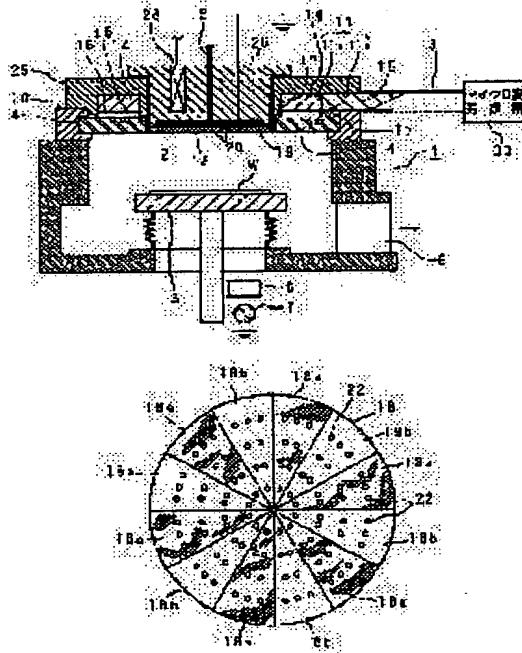
(72)Inventor : NAKANISHI TOSHIO

## (54) PLASMA TREATING APPARATUS

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a plasma treating apparatus wherein even if a reactor has a large diameter, the total apparatus size can be possibly reduced, it can be installed in a space, the directivity of ions incident on a work can be improved and the reactor life can be prolonged.

**SOLUTION:** The plasma treating apparatus comprises an annular waveguide type antenna 11a formed at a part facing an annular microwave window 4 of a block 25 and slits 15 bored in a plate 16. A counter electrode 18 is fitted into a recess formed in the bottom center of a heating block 26 and electrically grounded. On the bottom face of the counter electrode 18 a dielectric is deposited in the form of a pattern of inductors 18a equally distributed with center at the counter electrode 18, with sectorial electrodes 18b each formed between the adjacent inductors 18a.



Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号  
特開2000-173989  
(P2000-173989A)

(43) 公開日 平成12年6月23日(2000.6.23)

(51) Int.Cl.  
H 01 L 21/3065  
H 05 H 1/46

識別記号

F I  
H 0 1 L 21/302  
H 0 5 H 1/46

テマコード(参考)  
5F004

審査請求 未請求 請求項の数 7 O.L. (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平10-342060

(22)出願日 平成10年12月1日(1998.12.1)

(71) 出頭人 000002118

住友金属工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

(72) 究明者 中酉 敏雄

兵庫県尼崎市扶桑町1号

業株式会社エレクトロニクス技術研究所内

(74)代理人 10007886

并理士 河野 登夫

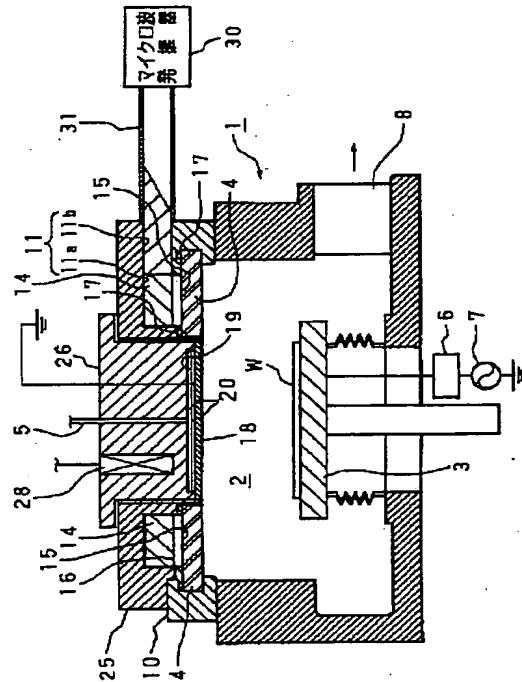
Fターム(参考) 5F004 AA16 BA04 BA09 BB11 BB13  
BB14 BB18 BB28 BB29 BB30  
BC08 BD01

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置

(57) 【要約】

**【課題】** 反応器の直径が大きくて、装置全体のサイズを可及的に小さくでき、小さなスペースに設置し得、被処理物に入射されるイオンの指向性を改善すると共に、反応器の寿命を長くすることができるプラズマ処理装置を提供する。

【解決手段】 ブロック部材25の環状マイクロ波窓4に  
対向する部分に環状導波管型アンテナ部11aが形成して  
あり、板部材16には複数のスリット15, 15, …が開設し  
てある。加熱ブロック26の下面中央に設けた凹部に対向  
電極18が嵌合しており、対向電極18は電気的に接地して  
ある。対向電極18の底面には、誘電体を対向電極18の中  
心軸周りに均等配したパターンになるように堆積するこ  
とによって、複数の誘導部18a, 18a, …が形成してあ  
り、相隣る誘導部18a, 18a, …の間には、扇形の複数  
の電極部18b, 18b, …が形成されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 被処理物を載置する載置台が内部に設けたある容器と、前記載置台に対向配置した対向電極と、該対向電極に外嵌した環状のマイクロ波窓と、該マイクロ波窓に對向配置してあり、マイクロ波窓へマイクロ波を放射する環状の導波管型アンテナとを備え、該導波管型アンテナから前記マイクロ波窓を透過させて容器内にマイクロ波を導入してプラズマを生成すると共に前記載置台に高周波を印加し、生成したプラズマによって前記被処理物を処理する装置であって、  
前記対向電極の載置台に對向する面に、容器内に導入されたマイクロ波を誘導する誘導部が設けてあることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項2】 前記誘導部は誘電体によって形成してある請求項1記載のプラズマ処理装置。

【請求項3】 前記誘導部は対向電極の中心軸回りに略均等に配設してある請求項1又は2記載のプラズマ処理装置。

【請求項4】 前記対向電極はシリコン系の材料で形成してある請求項1乃至3の何れかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項5】 無終端環状の導波管型アンテナが設けてある請求項1乃至4の何れかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項6】 有終端環状の導波管型アンテナが設けてある請求項1乃至4の何れかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項7】 前記導波管型アンテナはC字状又は渦巻き状になしてある請求項6記載のプラズマ処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、マイクロ波を用いて生成したプラズマによって、半導体基板又は液晶ディスプレイ用ガラス基板等にエッチング又はアッシング等の処理を施す装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 反応ガスに外部からエネルギーを与えて生じるプラズマは、LSI又はLCD等の製造プロセスにおいて広く用いられている。特に、ドライエッチングプロセスにおいて、プラズマの利用は不可欠の基本技術となっている。このプラズマによって処理される基板の寸法が大きくなるのに伴って、より広い領域にプラズマを均一に発生させることが要求されている。そのため、本願出願人は、特開昭62-5600号公報及び特開昭62-99481号公報等において次のような装置を提案している。

【0003】 図8は、特開昭62-5600号公報及び特開昭62-99481号公報に開示した装置と同タイプのプラズマ処理装置を示す側面断面図であり、図9は図8に示したプラズマ処理装置の平面図である。矩形箱状の反応器31は、その全体がアルミニウムで形成されている。反応器

31の上部にマイクロ波窓34が配置してあり、反応器31の上部はマイクロ波窓34で気密状態に封止されている。このマイクロ波窓34は、耐熱性及びマイクロ波透過性を有すると共に誘電損失が小さい、石英ガラス又はアルミナ等の誘電体で形成されている。

【0004】 反応器31には、該反応器31の上部を覆う長方形箱状のカバー部材40が連結してある。このカバー部材40内の天井部分には誘電体線路41が取り付けてある。誘電体線路41は、テフロン(登録商標)といったフッ素樹脂、ポリエチレン樹脂又はポリスチレン樹脂等の誘電体を、矩形と三角形とを組み合わせた略五角形の頂点に凸部を設けた板形状に成形してなり、前記凸部をカバー部材40の周面に連結した導波管51に内嵌させてある。導波管51にはマイクロ波発振器50が連結してあり、マイクロ波発振器50が発振したマイクロ波は、導波管51によつて誘電体線路41の凸部に入射される。

【0005】 前述した如く、誘電体線路41の凸部の基礎側は、平面視が略三角形状のテーパ部41aになしてあり、前記凸部に入射されたマイクロ波はテーパ部41aに倣つてその幅方向に拡げられ誘電体線路41の全体に伝播する。このマイクロ波はカバー部材40の導波管51に對向する端面で反射し、入射波と反射波とが重ね合わされて誘電体線路41に定在波が形成される。

【0006】 反応器31の内部は処理室32になっており、処理室32の周囲壁を貫通する貫通穴に嵌合させたガス導入管35から処理室32内に所要のガスが導入される。処理室32の底部壁中央には、被処理物Wを載置する載置台33が設けてあり、載置台33にはマッチングボックス36を介して数百kHz～十数MHzのRF電源37が接続されている。また、反応器31の底部壁には排気口38が開設しており、排気口38から処理室32の内気を排出するようになしてある。

【0007】 このようなプラズマ処理装置を用いて被処理物Wの表面にエッチング処理を施すには、排気口38から排気して処理室32内を所望の圧力まで減圧した後、ガス導入管35から処理室32内に反応ガスを供給する。次いで、マイクロ波発振器50からマイクロ波を発振させ、これを導波管51を介して誘電体線路41に導入する。このとき、テーパ部41aによってマイクロ波は誘電体線路41内で均一に拡がり、誘電体線路41内に定在波を形成する。この定在波によって、誘電体線路41の下方に漏れ電界が形成され、それがマイクロ波窓34を透過して処理室32内へ導入される。このようにして、マイクロ波が処理室32内へ伝播する。これにより、処理室32内にプラズマが生成され、そのプラズマによって被処理物Wの表面をエッチングする。これによって、大口径の被処理物Wを処理すべく反応器31の直徑を大きくしても、その反応器31の全領域へマイクロ波を均一に導入することができ、大口径の被処理物Wを比較的均一にプラズマ処理することができる。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】従来のプラズマ処理装置では、誘電体線路41にマイクロ波を均一に拡がらせるために、マイクロ波窓34及び反応器31の縁部から水平方向へ突出させたテーパ部41aを設けてあり、このテーパ部41aは、誘電体線路41の面積、即ち処理室32の直径に応じて所定の寸法に定めてある。そのため、従来のプラズマ処理装置を設置する場合、反応器31の周縁から突出させたテーパ部41aを格納するための水平方向のスペースを余分に確保しなければならない。

【0009】ところで、試料Wの大口径化に伴って、反応器31の直径が更に大きいプラズマ処理装置が要求されている。このとき、装置の設置場所を手当てる必要がないこと、即ち、可及的に狭いスペースで設置し得ることも要求されている。しかしながら、従来の装置にあっては、テーパ部41aの寸法は反応器31の直径に応じて定めるため、前述した両要求を共に満足することができないという問題があった。

【0010】また、従来のプラズマ処理装置では、高周波を印加する載置台33の対向電極にすべく、例えば反応器31の周壁を接地していたが、反応器31の内周面にプラズマ中のイオンが衝突して損傷を与えるため、反応器31の寿命が短い。更に、反応器31の周壁を接地する場合、載置台33の表面に発生するバイアス電位が不十分な場合があり、その場合、被処理物Wに入射されるイオンの指向性が悪化し、異方性といったプロセス特性が低下する虞があった。

【0011】本発明は、かかる事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、反応器の直径が大きくても、装置全体のサイズを可及的に小さくでき、小さなスペースに設置し得、また、被処理物に入射されるイオンの指向性を改善すると共に、反応器の寿命を長くすることができるプラズマ処理装置を提供することを目的とする。

## 【0012】

【課題を解決するための手段】第1発明に係るプラズマ処理装置は、被処理物を載置する載置台が内部に設けている容器と、前記載置台に対向配置した対向電極と、該対向電極に外嵌した環状のマイクロ波窓と、該マイクロ波窓に對向配置してあり、マイクロ波窓へマイクロ波を放射する環状の導波管型アンテナとを備え、該導波管型アンテナから前記マイクロ波窓を透過させて容器内にマイクロ波を導入してプラズマを生成すると共に前記載置台に高周波を印加し、生成したプラズマによって前記被処理物を処理する装置であって、前記対向電極の載置台に對向する面に、容器内に導入されたマイクロ波を誘導する誘導部が設けてあることを特徴とする。

【0013】第2発明に係るプラズマ処理装置は、第1発明において、前記誘導部は誘電体によって形成してあることを特徴とする。

【0014】第3発明に係るプラズマ処理装置は、第1又は第2発明において、前記誘導部は対向電極の中心軸回りに略均等に配設してあることを特徴とする。

【0015】第4発明に係るプラズマ処理装置は、第1乃至第3発明の何れかにおいて、前記対向電極はシリコン系の材料で形成してあることを特徴とする。

【0016】第5発明に係るプラズマ処理装置は、第1乃至第4発明の何れかにおいて、無終端環状の導波管型アンテナが設けてあることを特徴とする。

【0017】第6発明に係るプラズマ処理装置は、第1乃至第4発明の何れかにおいて、有終端環状の導波管型アンテナが設けてあることを特徴とする。

【0018】第7発明に係るプラズマ処理装置は、第6発明において、前記導波管型アンテナはC字状又は渦巻き状になしてあることを特徴とする。

【0019】本発明のプラズマ処理装置にあっては、マイクロ波窓に對向配置した無端環状又は有端環状の導波管型アンテナによりマイクロ波を容器内へ挿入する構成としたので、誘電体線路に設けたテーパ部の如く、マイ

クロ波を均一に拡がらせる部分がなくても、マイクロ波が放射されるスリットの環状の配置、即ち環状導波管型アンテナの直徑、スリットの形状及び配置、更に、導波管の断面形状及びマイクロ波の伝搬モードを考慮することにより、プラズマが均一に発生するように容器内にマイクロ波を供給することができる。従って、誘電体線路に設けたテーパ部の如き突出部がなく、プラズマ処理装置の寸法を可及的に小さくすることができる。

【0020】一方、高周波を印加する載置台に對向配置した対向電極を載置台に印加される高周波に対する接地

電極として作用させることができるために、プラズマ中のイオンが容器の内周面に衝突して損傷を与えることが防止され、容器の寿命が長くすることができる。また、載置台にバイアス電位を安定して発生させることができるために、プラズマ中のイオンは被処理物上に略垂直に入射され、異方性といったプロセス特性を向上させることができる。

【0021】更に、対向電極の載置台に對向する面の一つ又は複数の部分に設けた誘導部によって、マイクロ波窓を透過させて容器内に導入されたマイクロ波を、対向電極の直下に誘導する。これによって、容器の内部であつて、環状のマイクロ波窓及び対向電極に對向する略全領域に電界が形成され、載置台と平行をなす面内で略均一な密度のプラズマが生成される。従って、プロセス特性が更に向上升する。

【0022】また、第3発明のプラズマ処理装置にあっては、複数の誘導部が対向電極の中心軸回りに略均等に配設してあるため、対向電極の直下にマイクロ波を略均等な強度で導くことができ、対向電極の直下において略均等な密度のプラズマを生成することができる。

【0023】ところで、フルオロカーボン系反応ガス

( $C_x F_y$  ガス) に用いてシリコン酸化膜をエッティングする場合、プラズマによって  $C_x F_y$  ガスが解離してフッ素分子 ( $F$  又は  $F_2$ ) が生成し、レジストのエッティングレートに対するシリコン酸化膜のエッティングレートが相対的に低下する虞がある。

【0024】しかし、第4発明のプラズマ処理装置にあっては、シリコン系材料によって対向電極を形成してあるため、フッ素分子は対向電極と接触反応し、 $SiF_4$  として気化するため、フッ素分子が選択的に除去される。これによって、レジストのエッティングレートに対するシリコン酸化膜のエッティングレートが向上し、選択比が高いエッティングを実施することができる。また、シリコン系材料で形成した対向電極はコンタミネーション(汚染)の問題が少ないという利点もある。

#### 【0025】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて具体的に説明する。

(実施の形態1) 図1は本発明に係るプラズマ処理装置の構造を示す側断面図であり、図2は図1に示したプラズマ処理装置の平面図である。有底円筒状の反応器1は、その全体がアルミニウムといった金属で形成されている。反応器1の上端部には、内周面に溝が設けてあるリング部材10が取り付けてあり、リング部材10の溝に環状マイクロ波窓4の外周縁部を嵌合して環状マイクロ波窓4がリング部材10に支持されている。この環状マイクロ波窓4は、耐熱性及びマイクロ波透過性を有すると共に誘電損失が小さい、石英ガラス又はアルミナ等の誘電体を環状板形に成形してある。

【0026】リング部材10上面には、該リング部材10の外直径と略同じ外直径であり、前述した環状マイクロ波窓4の内直径と略同じ内直径である円筒状のブロック部材25がリング部材10に螺子止めしてある。このブロック部材25はアルミニウムといった金属で形成してある。ブロック部材25の環状マイクロ波窓4に対向する部分に断面視が矩形の溝を開設してなる環状導波管型アンテナ部11aが形成してあり、ブロック部材25の周面に、環状導波管型アンテナ部11aに連通する矩形穴を開設してなる導入部11bが形成してある。

【0027】また、環状導波管型アンテナ部11aの底部には、アルミニウム製の環状の板部材16が嵌合しており、該板部材16には複数のスリット15, 15, …が周方向に所定の距離を隔てて開設してある。導入部11b及び環状導波管型アンテナ部11a内には、テフロン(登録商標)といったフッ素樹脂、ポリエチレン樹脂又はポリスチレン樹脂(好ましくはテフロン)等の誘電体14が内嵌してある。即ち、本実施の形態では、環状導波管型アンテナ部11a、及び複数のスリット15, 15, …が開設してある板部材16を備えることによって環状導波管型アンテナが構成してある。

【0028】ブロック部材25の周面であって、導入部11

bの開口の周囲にはマイクロ波発振器30から延設した導波管31が連結してあり、マイクロ波発振器30が発振したマイクロ波は、導波管31を経てアンテナ11の導入部11bに入射される。この入射波は、導入部11bから環状導波管型アンテナ部11aへ導入される。環状導波管型アンテナ部11aへ導入されたマイクロ波は、環状導波管型アンテナ部11aを互いに逆方向へ進行する進行波として、該環状導波管型アンテナ部11a内の誘電体14中を伝播し、両進行波が重ね合わされて環状導波管型アンテナ部11aに定在波が生成される。この定在波によって、環状導波管型アンテナ部11aの内面に、所定の間隔で極大値を示す壁面電流が通流する。

【0029】このとき、比誘電率 $\epsilon_r$ が2.1であるテフロン(登録商標)が装入してある環状導波管型アンテナ部11a内を伝播するマイクロ波のモードを基本伝播モードである矩形TE10にするには、マイクロ波の周波数が2.45GHzの場合、環状導波管型アンテナ部11aの寸法を、高さ27mm、幅66.2mmにする。このモードのマイクロ波は、エネルギーを殆ど損失することなく環状導波管型アンテナ部11a内の誘電体14を伝播する。

【0030】また、外径が380mm、内径が180mm、厚さが20mmの環状マイクロ波窓4を用い、環状導波管型アンテナ部11aにテフロン(登録商標)を内嵌した場合、環状導波管型アンテナ部11aの中心から環状導波管型アンテナ部11aの幅方向の中央までの寸法を、141mmになる。この場合、環状導波管型アンテナ部11aの幅方向の中央を結ぶ円の周方向の長さ(略88.6mm)は、該環状導波管型アンテナ部11a内を伝播するマイクロ波の波長(略110mm)の略整数倍である。そのため、マイクロ波は環状導波管型アンテナ部11a内で共振して、前述した定在波は、その腹の位置で高電圧・低電流、節の位置で低電圧・高電流となり、アンテナ11のQ値が向上する。

【0031】ところで、環状導波管型アンテナ部11a内には誘電体14を装入せずに空洞になしてもよい。しかし、環状導波管型アンテナ部11a内に誘電体14を装入した場合、環状導波管型アンテナ部11aに入射されたマイクロ波は誘電体14によってその波長が $1/\sqrt{(\epsilon_r)}$ 倍だけ短くなる。従って同じ直径の環状導波管型アンテナ部11aを用いた場合、誘電体14が装入してあるときの方が、誘電体14が装入していないときより、環状導波管型アンテナ部11aの壁面に通流する電流が極大になる位置が多く、その分、スリット15, 15, …を多く開設することができる。そのため、処理室2内へマイクロ波をより均一に導入することができる。

【0032】図3は、図1及び図2に示したスリット15, 15, …を説明する説明図である。図3に示したように、スリット15, 15, …は、金属製の板部材16の環状導波管型アンテナ部11aに対向する部分に、環状導波管型

アンテナ部11a の直径方向へ、即ち環状導波管型アンテナ部11a 内を伝播するマイクロ波の進行方向に直交するように短冊状に開設してある。環状導波管型アンテナ部11a が前述した寸法である場合、各スリット15, 15, …の長さは50mmであり、幅は20mmであり、相隣るスリット間の距離は略55mmである。即ち、後述する交点P<sub>1</sub>から27.5mmの位置に2つのスリットを設け、それらから55mmの間隔でスリットを設ける。

【0033】つまり、各スリット15, 15, …は、導入部11b の中心線を延長した延長線と前述した円Cとが交わる2点の内の導入部13から離隔した側である交点P<sub>1</sub>から、円Cに倣ってその両方へ、それぞれ(2m-1)・λ<sub>g</sub>/4(mは整数、λ<sub>g</sub>は環状導波管アンテナ内を伝播するマイクロ波の波長)を隔てた位置に、2つのスリット15, 15を開設し、両スリット15, 15から、円Cに倣ってその両方へ、n・λ<sub>g</sub>/2(nは整数)を隔てて複数の他のスリット15, 15, …を開設する。即ち、スリット15, 15, …は前述した定在波の節が形成される位置に設ける。これによって、各スリット15, 15, …から効率良くマイクロ波を放射することができる。

【0034】なお、本実施の形態では、スリット15, 15, …は、環状導波管型アンテナ部11a 内を伝播するマイクロ波の進行方向に直交するように開設してあるが、本発明はこれに限らず、前記マイクロ波の進行方向に斜めに交わるようにスリットを開設してもよく、また、マイクロ波の進行方向に開設してもよい。反応器1内に生成されたプラズマによって、アンテナ11内を伝播するマイクロ波の波長が変化して、環状導波管型アンテナ部11a の周壁に通流する電流の極大値を示す位置が変化する場合があるが、マイクロ波の進行方向に斜めに開設したスリット又はマイクロ波の進行方向に開設したスリットにあっては、電流の極大値を示す位置の変化をスリットの領域内に取り込むことができる。

【0035】前述したように各スリット15, 15, …は、板部材16に略放射状に設けてあるため、マイクロ波は反応器1内の全領域に均一に導入される。一方、図1に示したように、アンテナ11は、反応器1の直径と同じ直径のブロック部材25に、該ブロック部材25の周縁から突出することなく設けてあるため、反応器1の直径が大きくても、プラズマ処理装置のサイズが可及的に小さく、従って小さなスペースに設置することができる。

【0036】前述したブロック部材25にはアルミニウムを円柱状に成形してなる加熱ブロック26が、該加熱ブロック26の下面が環状マイクロ波窓4の下面より少し高い位置になるように着脱自在に内嵌してあり、加熱ブロック26には、加熱源であるヒータ28が埋設してある。

【0037】加熱ブロック26の下面中央には円筒状の凹部が設けてあり、該凹部を導体又は半導体の材料を円板状に成形してなる対向電極18で閉塞してガス拡散室20が設けてある。対向電極18は加熱ブロック26に着脱自在に

螺子止めしてあり、また、対向電極18は電気的に接地している。環状導波管型アンテナ部11a が前述した寸法である場合、対向電極18の直径は略150mmである。また、対向電極18の厚さは略10mmである。一方、対向電極18に使用する材料としては、Si, SiC, SiN、又はP又はB等の不純物をドープしたSi等のシリコン系材料が好適である。

【0038】この対向電極18を固定する螺子及び前述した環状マイクロ波窓4の下面は、石英製の環状保護板(図示せず)によって保護してある。また、反応器1、

10 リング部材10、環状マイクロ波窓4、ブロック部材25及び加熱ブロック26が互いに接合する部分には、それらを気密状態に封止すべく耐熱性のOリング17, 17, …(一部省略)がそれぞれ介装してある。

【0039】前述したガス拡散室20の内部は、仕切り壁19によって上室及び下室に区分してあり、仕切り壁19及び対向電極18には、複数の貫通孔が上下に位置を異ならせて開設してある。また、ガス拡散室20には、加熱ブロック26を貫通するガス導入管5が連通してある。ガス導入管5からガス拡散室20に供給されたガスは、ガス拡散室20の上室内に拡散すると共に仕切り壁19に開設した貫通孔からガス拡散室20の下室へ供給され、そこで拡散均一化された後、対向電極18に開設した貫通孔から処理室2内へ導入される。

【0040】図4は図1に示した対向電極18の底面図である。図4に示した如く、対向電極18の底面、即ち図1に示した処理室2に対向する面には、対向電極18の直下へマイクロ波を誘導すべく、窒化アルミニウム(A1N)等の誘電体を、対向電極18の中心軸回りに均等に設けたパターン、図4に示した場合では、それぞれ同じ面積になした扇形の複数の領域を対向電極18の中心軸回りに均等配したパターンになるように堆積することによって、複数の誘導部18a, 18a, …が形成しており、相隣る誘導部18a, 18a, …の間には、扇形の複数の電極部18b, 18b, …が形成されている。また、対向電極18には、誘導部18a, 18a, …及び電極部18b, 18b, …を貫通する複数の貫通孔22, 22, …が開設してある。

【0041】図5及び図6は前述した誘導部18a, 18a, …の他のパターンを説明する説明図である。図5に示したパターンでは、直径が異なる複数の環状の誘導部18a, 18a, …が、対向電極18の中心軸と同心円上に設けてある。これによって、対向電極18の中央に円形の電極部18aが形成されており、相隣る誘導部18a, 18a, …の間に環状の電極部18b, 18b, …が形成されている。また、図6に示したパターンでは、正方形の誘導部18a, 18a, …及び電極部18b, 18b, …が市松模様状に配してある。なお、図5及び図6においてはガスを供給するための貫通孔は省略してある。

【0042】なお、図5に示したパターンでは、対向電極18の中央に円形の電極部18bが配してあるが、本発明

はこれに限らず、対向電極18の中央に円形の誘導部18aを配してよいことはいうまでもない。また、図6に示したパターンでは、正方形の誘導部18a, 18a, …が設けてあるが、本発明はこれに限らず、対向電極に複数の円形の誘導部を設け、対向電極の他の部分を電極部としてもよいことはいうまでもない。この場合、誘導部の位置と電極部の位置とを入替えて、対向電極に複数の円形の電極部を設け、対向電極の他の部分を誘導部としてもよい。

【0043】このような対向電極18にあっては、後述する如く、対向電極18の周囲に導かれたマイクロ波が誘導部18a, 18a, …によって対向電極18の直下に誘導される一方、電極部18b, 18b, …は接地電極として作用する。

【0044】処理室2の底部壁中央には、被処理物Wを載置する載置台3が昇降自在に設けてあり、載置台3にはマッチングボックス6を介して高周波電源7が接続されている。また、処理室2の周囲壁には排気口8が開設してあり、排気口8から処理室2の内気を排出するようになしてある。載置台3に印加する高周波は主にプラズマ中のイオンを制御することが目的であり、その周波数は200kHz～2MHzである。ただし、場合により数十MHzまでの電圧を印加してもよい。

【0045】このようなプラズマ処理装置を用いて被処理物Wの表面にエッチング処理を施すには、ヒータ28によつて加熱ブロック26及び対向電極18を所要の温度に加熱すると共に、排気口8から排気して処理室2内を所望の圧力まで減圧した後、ガス導入管5からガス拡散室20内へ反応ガスを供給し、内部で拡散均一化された反応ガスを対向電極18から処理室2内へ導入する。

【0046】次いで、マイクロ波発振器30からマイクロ波を発振させ、それを導波管31を経てアンテナ11に導入し、環状導波管型アンテナ部11aに定在波を形成させる。この定在波によつて、アンテナ11のスリット15, 15, …から放射された電界は、環状マイクロ波窓4を透過して処理室2内へ導入され、処理室2内にプラズマが生成される。

【0047】処理室2内に導入された電界は、対向電極18の底面に設けた誘導部18a, 18a, …を伝播して対向電極18の直下にも誘導され、これによつて環状マイクロ波窓4及び対向電極18の下方の略全領域に電界が形成されるため、載置台3と平行をなす面内で略均一な密度のプラズマが生成される。

【0048】また、マイクロ波発振器30による発振と同時にマッチングボックス6を介して高周波電源7から載置台3に高周波を印加する。載置台3と対向電極18との間に形成される電界によつて、生成されたプラズマ中のイオンが被処理物W上に導かれ、被処理物Wの表面がエッチングされる。

【0049】このように、載置台3に対向配置した対向

電極18の電極部18b, 18b, …と載置台3との間に形成した電界によつてプラズマ中のイオンを被処理物W上に導くため、反応器1の内周面にプラズマ中のイオンが衝突して損傷を与えることが防止され、反応器1の寿命が長い。また、前記電界は被処理物Wの表面に直交する方向に形成されるため、載置台3の表面に安定したバイアス電位が発生し、被処理物Wに入射されるイオンの指向性が高く、プロセス特性が向上する。

【0050】更に、マイクロ波窓を透過させて容器内に導入されたマイクロ波は、対向電極18に設けた複数の誘導部18a, 18a, …によって、対向電極18の直下に誘導されるため、処理室2の内部であつて、環状マイクロ波窓4及び対向電極18に対向する略全領域に電界が形成され、載置台3と平行をなす面内で略均一な密度のプラズマが生成されるため、プロセス特性が更に向上する。

【0051】一方、対向電極18は加熱ブロック26に着脱自在に螺子止めしてあるため、対向電極18が損傷した場合、それを容易に交換することができる。また、対向電極18を所要の温度まで加熱した場合、プロセス特性が更に向上する。

【0052】ところで、対向電極18の底部から処理室2内へ反応ガスを導入するようになしてあるため、反応ガスは処理室2の被処理物W上に、被処理物Wの直径と略同じ直径の平断面面積を有し、略均一なガス流となつて供給され、被処理物Wの表面は略均一に処理される。また、処理室2内に供給された反応ガスはプラズマ中の滞在時間が長いため、反応ガスの利用効率が向上する。

【0053】更に、対向電極18をシリコン系材料によつて形成した場合、例えば、フルオロカーボン系反応ガス( $C_x F_y$ ガス)を用いてシリコン酸化膜をエッチングするとき、フッ素分子は対向電極18の電極部18b, 18b, …と接触して反応し、 $SiF_4$ として気化するため、フッ素分子を選択的に除去することができる。これによつて、レジストのエッチングレートに対するシリコン酸化膜のエッチングレートが向上し、選択比が高いエッチングを実施することができる。また、反応生成物( $SiF_4$ )が揮発性物質であるため、反応生成物による被処理物Wの汚染が回避される。

【0054】なお、本実施の形態では、対向電極18は電気的に接地してあるが、本発明はこれに限らず、対向電極18に高周波を印加する構成になつても良い。例えば、載置台3に200kHz～2MHzの高周波を印加し、対向電極18に13, 56MHz又は27MHzの高周波を印加する場合、それぞれの電極に他の電極に印加される高周波の周波数領域を通過させるフィルタを介して電気的に接地する機構を付加することにより、高周波を印加する構成でありながら、他の電極に対しては接地電極の役割を果たさせることができる。

【0055】(実施の形態2) 図7は実施の形態2を示す模式的部分内面図であり、アンテナの形状を変更して

11

ある。なお、図中、図2に示した部分に対応する部分には同じ番号を付してその説明を省略する。アンテナ12の一端は、マイクロ波発振器30に接続した導波管31（共に図1参照）に連結しており、アンテナ12の他端は閉塞してある。アンテナ12の一端側は直線状であり、他端側はC字状（円弧状）又は一巻き渦巻き状等（図7にあってはC字状）、適宜の曲率に成形した曲成部12aになしてある。アンテナ12の底部には板部材が嵌合してあり、該板部材の曲成部12aに対応する部分には複数のスリット15, 15, …が開設してある。

【0056】スリット15, 15, …は、板部材の曲成部12aに対向する部分に、曲成部12aの中心軸に直交するよう開設してあり、各スリット15, 15, …の開設位置は、アンテナの閉塞した端部から $m \cdot \lambda g / 2$ の位置に定めてある。つまり、各スリット15, 15, …はアンテナ内の底面に通流する電流の極大値を示す位置に開設しており、各スリット15, 15, …を挟んで生じる電位差によって各スリット15, 15, …から電界が放射され、該電界は環状マイクロ波窓4を透過して反応器1（共に図1参照）内へ導入される。

【0057】曲成部12aの中央に円形の対向電極18が内嵌してある。対向電極18の底面には、前述した如きパターンに誘電体を堆積してなる複数の誘導部がそれぞれ設けてあり、各誘導部及び相隣る誘導部の間に形成された複数の電極部を貫通する複数の貫通孔（何れも図示せず）が開設してある。

【0058】このようなプラズマ処理装置にあっては、前同様、アンテナ12は、反応器の直径と同じ直径のブロック部材25に、該ブロック部材25の周縁から突出することなく設けてあるため、反応器の直径が大きくても、プラズマ処理装置のサイズが可及的に小さく、従って小さなスペースに設置することができる。

【0059】また、載置台に対向配置した対向電極18の電極部18b, 18b, …と載置台との間に形成した電界によってプラズマ中のイオンを載置台上の被処理物に導くため、反応器の内周面にプラズマ中のイオンが衝突して損傷を与えることが防止され、反応器の寿命が長い。また、前記電界は被処理物の表面に直交する方向に形成されるため、載置台の表面に安定したバイアス電位が発生し、被処理物に入射されるイオンの指向性が高く、プロセス特性が向上する。

【0060】更に、マイクロ波窓を透過させて容器内に導入されたマイクロ波は、対向電極18に設けた複数の誘導部によって、対向電極18の直下に誘導されるため、処理室の内部であって、環状マイクロ波窓及び対向電極18に対向する略全領域に電界が形成され、載置台と平行をなす面内で略均一な密度のプラズマが生成されるため、プロセス特性が更に向上する。

【0061】

【発明の効果】以上詳述した如く、本発明に係るプラズ

12

マ処理装置にあっては、プラズマ処理装置の水平方向の寸法を可及的に小さくすることができる。また、高周波を印加する載置台に対して対向電極が接地電極として作用するため、プラズマ中のイオンが容器の内周面に衝突して損傷を与えることが防止され、容器の寿命が長い。また、載置台と対向電極との間に形成された電界によってプラズマ中のイオンが導かれるため、該イオンは被処理物上に略垂直に入射され、異方性といったプロセス特性が向上する。

10 【0062】更に、対向電極の載置台に対向する面の一つ又は複数の部分に設けた誘導部によって、マイクロ波窓を透過させて容器内に導入されたマイクロ波を、対向電極の直下に誘導するため、容器の内部であって、環状のマイクロ波窓及び対向電極に対向する略全領域に電界が形成され、載置台と平行をなす面内で略均一な密度のプラズマが生成され、これによってプロセス特性が更に向上的である。

【0063】第3発明に係るプラズマ処理装置にあっては、対向電極の直下にマイクロ波を略均等な強度で導くことができ、対向電極の直下において略均等な密度のプラズマを生成することができる。

【0064】第4発明に係るプラズマ処理装置にあっては、シリコン系材料によって対向電極を形成してあるため、例えばシリコン酸化膜のエッチングにおいて、レジストのエッチングレートに対するシリコン酸化膜のエッチングレートが向上し、選択比が高いエッチングを実施することができる等、本発明は優れた効果を奏する。

【図面の簡単な説明】  
【図1】本発明に係るプラズマ処理装置の構造を示す側断面図である。

【図2】図1に示したプラズマ処理装置の平面図である。

【図3】図1及び図2に示したスリットを説明する説明図である。

【図4】図1に示した対向電極の底面図である。

【図5】誘導部の他のパターンを説明する説明図である。

【図6】誘導部の他のパターンを説明する説明図である。

40 【図7】実施の形態2を示す模式的部分内面図である。

【図8】従来の装置と同タイプのプラズマ処理装置を示す側断面図である。

【図9】図8に示したプラズマ処理装置の平面図である。

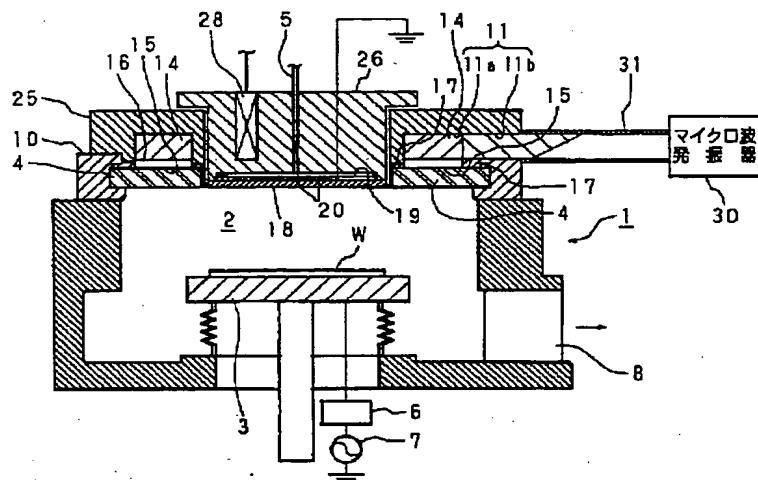
【符号の説明】

- |       |          |
|-------|----------|
| 1     | 反応器      |
| 2     | 処理室      |
| 3     | 載置台      |
| 4     | 環状マイクロ波窓 |
| 50 10 | リング部材    |

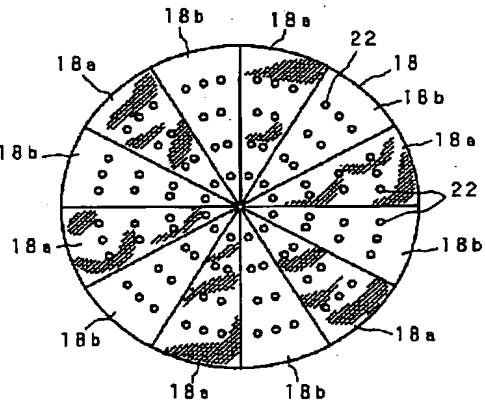
1 1 アンテナ  
 1 1 a 環状導波管型アンテナ部  
 1 1 b 導入部  
 1 5 スリット  
 1 6 板部材

18 対向電極  
 18a 誘導部  
 18b 電極部  
 W 被処理物

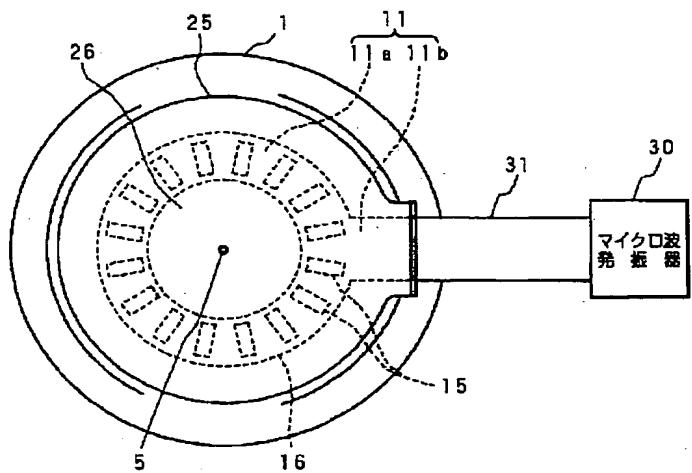
[图 1]



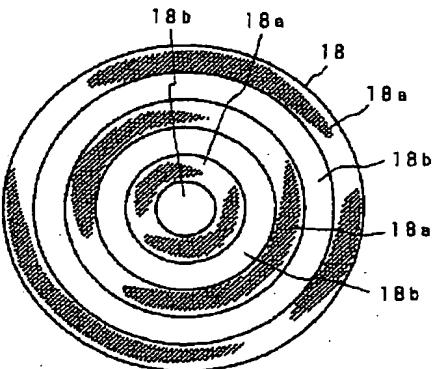
[図4]



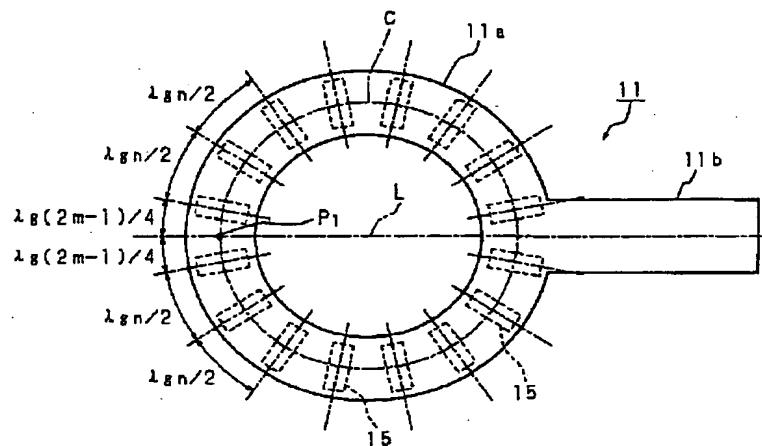
[图 2]



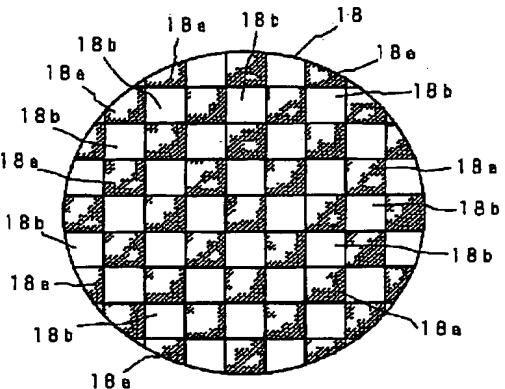
【図5】



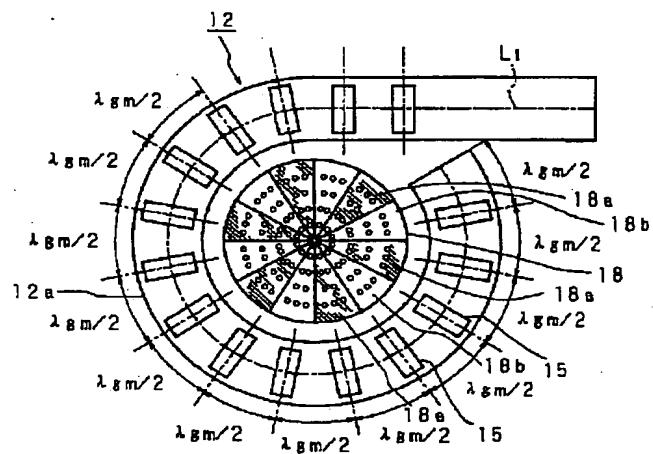
【図3】



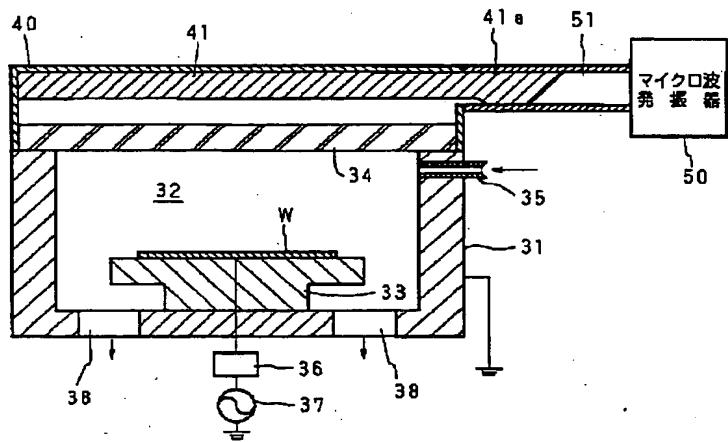
[図6]



【図7】



【図8】



【図9】

